

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 5 0 8 4
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 5 0 8 4]

出 願 人 日 本 電 気 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 3 9 3 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 35600241

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明の名称】 半導体デバイス検査装置及び検査方法

【請求項の数】 13

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 谷岡 道修

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 小勝 俊亘

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090158

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤巻 正憲

 【電話番号】 03-3433-4221

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009782

 【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 4 年度新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託研究「超高密度電子 S I 技術の研究開発（エネルギー使用合理化技術開発）」、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715181

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体デバイス検査装置及び検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体装置と検査用基板との間の電氣的接触を得るための半導体デバイス検査装置において、被検査体である前記半導体装置が設置されるウエハステージと、ベース基台と、前記ベース基台上に設置され X 方向に移動可能の X ステージと、この X ステージ上に設置され X 方向に交差する Y 方向に移動可能の Y ステージと、この Y ステージ上に設置され前記ウエハステージを昇降させる昇降装置と、前記ウエハステージを回転させる回転装置と、前記ベース基台の振動を低減する除振台と、前記ウエハステージが上昇したときに前記半導体装置の複数の電極と電氣的に接触する複数の接触子を有するプローブカードと、このプローブカードを設置するプローブカードホルダと、前記プローブカードのプローブ針の高さを検出するセンサと、前記被検査体とプローブカードの針の画像を撮像するカメラと、このカメラによる撮像画像を画像処理する画像処理手段と、画像処理手段で得られた画像情報に基づき前記被検査体と前記プローブカードの位置を算出し、この算出結果に基づき前記 X ステージ、Y ステージ、回転機構制御する制御部とを有することを特徴とする半導体デバイス検査装置。

【請求項 2】 前記 X ステージ及び Y ステージの中央部分に X 方向及び Y 方向の位置検出用のリニアスケールが配置されており、前記 X ステージ及び Y ステージの中心を検査プローブの中心に一致させ、前記 X ステージ及び Y ステージの駆動用モータ及び X 方向及び Y 方向へ案内するガイドレールを、前記検査プローブの中心に対し対称に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 3】 前記ウエハステージの昇降装置にウエハステージの上下位置検出用のリニアスケールが配置されており、前記昇降装置は、ステッピングモータにより上下駆動される固定架台と、可動架台と、この可動架台を前記固定架台に対して上下動可能に案内するクロスローラガイドと、前記固定架台に固定されそのピストンロッドが前記可動架台を上方に押圧するシリンダと、前記可動架台が上昇するときに可動架台に固定された接触バーが当接することにより前記接触

バーが押圧する荷重を検出する荷重センサと、この荷重センサにより検出された荷重を基に前記シリンダによる押圧力を制御する制御部とを有し、前記荷重センサは前記接触バーが接触したときにその上方への移動は拘束するが、前記接触バーの下方への移動は拘束しないことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 4】 前記カメラ及び前記プローブカードホルダ部は、前記ベース基台上に設置した橋脚部に設置されており、前記ベース基台と前記橋脚部は、天然石からなることを特徴とするもしくはそれに匹敵する低熱膨張、高振動減衰材であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 5】 X Y Z 方向に移動可能なステージに載置されたカメラを前記プローブカードホルダ上面に載置し、前記被検査体の電極と前記プローブカードの針との接触状態を観察できることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 6】 前記ウエハステージの側面にバルブが配置され、これを切り替え、前記ウエハステージの吸着面積を切り替えることにより、被検査体として個片から大口径のウエハサイズまで載置し、検査できることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 7】 請求項 1 記載の前記被検査体とプローブカードの針の画像を撮像する画像処理手段であるカメラが昇降装置を有さず固定されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 8】 前記プローブカードは熱膨張係数が被検査体と実質的に同一の材質を基材とし、前記ウエハステージの下部に熱源と冷却ジャケットが埋設され、前記被検査体の検査を高温状態で実施できるとともに温度制御できることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 9】 前記被検査体の電極が通常の半導体装置製造工程で製造された電極に、さらに金属突起を形成した電極の場合の画像撮像において、前記半導体製造工程で製造された電極位置の画像撮像を行った後に前記金属突起電極の画像撮像を行うこととプローブ針と被検査体の画像撮像を 4 箇所以上で行うことを

特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の半導体デバイス検査装置。

【請求項 10】 被検査体である前記半導体装置が設置されるウエハステージと、ベース基台と、前記ベース基台上に設置され X 方向に移動可能の X ステージと、この X ステージ上に設置され X 方向に交差する Y 方向に移動可能の Y ステージと、この Y ステージ上に設置され前記ウエハステージを昇降させる昇降装置と、前記ウエハステージを回転させる回転装置と、前記ベース基台の振動を低減する除振台と、前記ウエハステージが上昇したときに前記半導体装置の複数の電極と電氣的に接触する複数の接触子を有するプローブカードと、このプローブカードを設置するプローブカードホルダと、前記プローブカードのプローブ針の高さを検出するセンサと、前記被検査体とプローブカードの針の画像を撮像するカメラと、このカメラによる撮像画像を画像処理する画像処理手段と、画像処理手段で得られた画像情報に基づき前記被検査体と前記プローブカードの位置を算出し、この算出結果に基づき前記 X ステージ、Y ステージ、回転機構制御する制御部とを有する検査装置を使用して、前記半導体装置と検査用基板との間の電氣的接触を得て前記半導体装置を検査する方法において、前記ウエハステージに被検査体を載置する工程と、前記プローブカードホルダにプローブカードを載置する工程と、前記カメラで被検査体とプローブカードの針の画像を撮像し両者の位置を算出した後にプローブ針の位置に被検査体の電極の位置があうように前記 X ステージ、Y ステージ及び θ ステージを移動させる工程と、プローブ針と被検査体が接触する位置まで前記昇降装置が上昇した後にこの接触位置から所定量前記昇降装置が上昇する工程と、この状態で通電し被検査体の検査を行う工程と、検査終了後に前記被検査体の画像撮像カメラの焦点位置まで前記昇降装置が下降する工程と、前記下降位置から次の被検査体の位置まで前記 X ステージ及び前記 Y ステージが移動する工程を有し、全ての被検査体の検査が終了するまで前記昇降装置が下降する工程までを繰り返す工程を有することを特徴とする半導体デバイスの検査方法。

【請求項 11】 前記被検査体とプローブカード針の画像処理を行い両者の位置を算出する工程において、被検査体の電極及びプローブカード針が前記カメラの中心位置に位置決めされるように前記 X ステージ、Y ステージを移動させ、

リニアスケールにより被検査体の電極及びプローブカード針の位置を算出することを特徴とする請求項10に記載の半導体デバイス検査方法。

【請求項12】 前記プローブ針と被検査体が接触する位置まで前記昇降装置が上昇した後に、昇降装置を微小量下降させつつプローブ針と被検査体の導通を確認する工程と、プローブ針と被検査体の導通が無くなる点を検出する工程とこの点を基準にして昇降装置を微小量上昇させつつ上昇量と荷重、上昇量と接触性の測定を行う工程を備え、この工程において昇降装置の速度、加速度を変更して接触安定領域を決定する工程と、接触安定性が得られるプロービングプロファイルを登録する工程とを備えることを特徴とする請求項10に記載の半導体デバイスの検査方法。

【請求項13】 前記接触点検出工程において、昇降装置がプローブ針から所定距離離れた位置まで上昇した時点で荷重検出手段のリセットを行いゼロ点にする工程と、前記荷重検出手段のゼロ点実施工程から接触点までの間、一定速度以下で昇降装置が上昇する工程とを備えることを特徴とする請求項10に記載の半導体デバイスの検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置であるLSI (Large Scale Integration)又は裸のLSI (ベアチップ)を検査する半導体デバイス検査装置及び検査方法に関し、特に電極ピッチが狭いLSI及びベアチップ並びにウエハの検査に適した半導体デバイス検査装置及び検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、被検査体である半導体装置の外部端子電極にプローブを接触させて、半導体装置と検査基板との間の電氣的接触を得ることにより、半導体装置の検査を実施している。検査装置は、ウエハプローバという名称で市販されている。従来の検査装置の課題である平行度調整とXYステージ動作時の振動の影響を解決する検査装置が特開平09-330960号公報(特許文献1)に、被検査体の半

導体装置が多ピン化した時に発生する被検査体載置台の傾きによる不安定な接触を解決するための検査ステージ及び検査装置が特開平2000-26082（特許文献2）に、プローバメーカから市販されているプローバの仕様がAccretech 製品カタログUF200S（非特許文献1）に夫々記載されている。これらの従来技術について説明する。

（1）特開平09-330960号公報（特許文献1）に記載された検査装置

この特許文献1には、テストヘッドと被検査体設置台の平行度を検出して、平行調整を行い、プローブ針と被検査体電極との間の安定したコンタクトを得、ステップ送り時の振動の影響を除外することにより、位置ずれの影響を除外した検査装置が記載されている。

（2）特開平2000-26082号公報（特許文献2）に記載された検査ステージ及び検査装置

この特許文献2には、被検査体の昇降装置に、昇降位置を制御する機構と水平度を検出する手段を設けることにより、プローブカードが多ピン化した時の被検査体載置台の傾きを検出、補正し、常に水平に保持することができる検査ステージ及び検査装置が記載されている。

（3）Accretech 製品カタログUF200Sに記載されたプローバ

現状、市販されているウエハ上に形成されたICチップの検査装置であるプローバの販売カタログであり、適合ウエハサイズが5～8インチ、総合精度が4 μ m以内と記載されている。

【0003】

【特許文献1】

特開平09-330960号公報

【特許文献2】

特開平2000-26082号公報

【非特許文献1】

Accretech 製品カタログUF200S

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

現在、LSI実装技術は、スタックドCSP (Chip Size Package) 等に代表されるように3次元実装技術の開発及び製品化が注目され、活発になされている。近い将来、更に一層高密度化と高速伝送化を実現するため、ベアチップの3次元実装技術によるブレークスルーが必要になる。JEITA 2001実装技術ロードマップでは、このときの電極ピッチが、2010年で $20\mu\text{m}$ まで縮小化される見込みである。このような $30\mu\text{m}$ ピッチ以下の超微細電極を有するデバイスのLSI実装を実用化するには、デバイスの検査、良品選別をウエハ又はベアチップの段階で行うことが極めて重要である。これを実現するためには、検査装置として $1\mu\text{m}$ 以下の精度を確保することが必要である。また、微細プローブ開発も伴うため、プローブ針の基礎特性の計測が可能であり、かつ本来のウエハ検査も両立できる検査装置が必要となる。このような観点から従来例について下記に問題点を記す。

【0005】

第1の従来例である特開平09-330960号公報に記載された検査装置は、その実施形態を説明する明細書段落0013に記載されているように、検査時にXYZ及び θ 方向に関して移動して位置決めされ、主としてY方向でICチップ1個分ずつステップ送りされて個々のICチップの電極パッドをプローブ針と電氣的に接触させてICチップを1個ずつ検査する構成である。最初のICチップへの接触は、カメラによりプローブ針と被検査体の半導体装置の画像を撮像し、この撮像画像から位置を算出して補正をかけて接触を行う。その後、コンタクト痕をカメラで観察し、被検査体電極の中心にコンタクトできるようにXY方向のオフセット値を入力する。その後は一定ステップの送り動作でウエハ全面のICチップを夫々プロービングし、検査を行う。

【0006】

この装置の場合、(1) ロットの最初の位置合わせをしたチップを基準にステップ送りを行うため、それ以降のICチップに対する位置精度は、初期の θ 方向誤差と送り方向のステージ精度により決定される。このため、第1チップから離れたICチップの精度が悪くなり、 $40\mu\text{m}$ ピッチ以下の微細ピッチ電極へのプロービングが困難である。(2) Z軸の昇降装置は、ボールねじを用いたステッ

ピングモータを使用しているため、一定量の上昇分を指定するのみになり、実際のステージ上昇量が不明であり、精度は数 μm と大きい。このため、適正なオーバードライブ量（被検査体の電極にプローブ針が接触してからの押しこみ量：以下OD量と略す）が得られず、接触性に悪い影響を及ぼす可能性がある。（３）荷重検出機構を有していないため、接触開始点を明確に定義できず、プローブ針の基礎特性の計測が困難である。（４）昇降装置がストッパ機構を有していないため、プローブカードにストッパを設ける必要がある。かつ（５）プローブカードのストッパに突き当たり、停止した場合は、半導体デバイスが損傷するといった問題点がある。

【0007】

第2の従来例である特開平2000-26082号公報は、その課題を解決するための手段を説明する明細書段落0020に記載されているように、ウエハとプローブカードのアライメント動作が実施された後に、ウエハのインデックス送りを繰り返してウエハの検査を実施する。昇降装置部に装着したリニアセンサにより上下動の位置検出は可能であるため、第1従来例の（２）の問題点は解消される。また、ウエハチャックの平行度検出も可能であるが、ウエハチャックとプローブカードの平行度検出については具体的な手段が記載されていない。このため、第1従来例と同様に、（１）、（３）、（４）、（５）の問題点が残る。

【0008】

第3従来例であるAccuretech製品カタログUF200Sに記載されたプローバは、主な仕様として総合精度4 μm 以内と記載されている。しかし、装置の機構部分及び動作については具体的に記載されておらず、第1従来例及び第2従来例と同様の構造をとっているものと推定できる。従って、この第3従来例も上記（１）～（５）と同様の問題点を有する。

【0009】

以上のように、従来の半導体デバイス検査装置は、最初のICチップを検査した後一定ステップ送りで位置決めを行うこと、振動等の精度に影響を及ぼす環境に対する考慮が不足していること、接触点検出機構が無いこと、荷重検出機構が無いことにより、微細ピッチ電極へのプロービングが困難であること、接触開

始点を明確に定義できず全ての検査領域で適正なOD量確保が困難であること、プローブ針の基礎特性計測が困難であること、昇降機構がストッパ機構を有していないという問題点があった。

【0010】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、狭ピッチ化した半導体装置の検査に適した半導体デバイス検査装置とその装置を用いた検査方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体デバイス検査装置は、半導体装置と検査用基板との間の電氣的接触を得るための半導体デバイス検査装置において、被検査体である前記半導体装置が設置されるウエハステージと、ベース基台と、前記ベース基台上に設置されX方向に移動可能のXステージと、このXステージ上に設置されX方向に交差するY方向に移動可能のYステージと、このYステージ上に設置され前記ウエハステージを昇降させる昇降装置と、前記ウエハステージを回転させる回転装置と、前記ベース基台の振動を低減する除振台と、前記ウエハステージが上昇したときに前記半導体装置の複数の電極と電氣的に接触する複数の接触子を有するプローブカードと、このプローブカードを設置するプローブカードホルダと、前記プローブカードのプローブ針の高さを検出するセンサと、前記被検査体とプローブカードの針の画像を撮像するカメラと、このカメラによる撮像画像を画像処理する画像処理手段と、画像処理手段で得られた画像情報に基づき前記被検査体と前記プローブカードの位置を算出し、この算出結果に基づき前記Xステージ、Yステージ、回転機構制御する制御部とを有することを特徴とする。

【0012】

請求項2に記載の半導体デバイス検査装置においては、前記Xステージ及びYステージの中央部分にX方向及びY方向の位置検出用のリニアスケールが配置されており、前記Xステージ及びYステージの中心を検査プローブの中心に一致させ、前記Xステージ及びYステージの駆動用モータ及びX方向及びY方向へ案内するガイドレールを、前記検査プローブの中心に対し対称に配置したことを特徴

とする。

【0013】

また、請求項3に記載の半導体デバイス検査装置においては、前記ウエハステージの昇降装置にウエハステージの上下位置検出用のリニアスケールが配置されており、前記昇降装置は、ステッピングモータにより上下駆動される固定架台と、可動架台と、この可動架台を前記固定架台に対して上下動可能に案内するクロスローラガイドと、前記固定架台に固定されそのピストンロッドが前記可動架台を上方に押圧するシリンダと、前記可動架台が上昇するときに可動架台に固定された接触バーが当接することにより前記接触バーが押圧する荷重を検出する荷重センサと、この荷重センサにより検出された荷重を基に前記シリンダによる押圧力を制御する制御部とを有し、前記荷重センサは前記接触バーが接触したときにその上方への移動は拘束するが、前記接触バーの下方への移動は拘束しないことを特徴とする。

【0014】

更に、本発明に係る半導体デバイス検査方法は、被検査体である前記半導体装置が設置されるウエハステージと、ベース基台と、前記ベース基台上に設置されX方向に移動可能なXステージと、このXステージ上に設置されX方向に交差するY方向に移動可能なYステージと、このYステージ上に設置され前記ウエハステージを昇降させる昇降装置と、前記ウエハステージを回転させる回転装置と、前記ベース基台の振動を低減する除振台と、前記ウエハステージが上昇したときに前記半導体装置の複数の電極と電気的に接触する複数の接触子を有するプローブカードと、このプローブカードを設置するプローブカードホルダと、前記プローブカードのプローブ針の高さを検出するセンサと、前記被検査体とプローブカードの針の画像を撮像するカメラと、このカメラによる撮像画像を画像処理する画像処理手段と、画像処理手段で得られた画像情報に基づき前記被検査体と前記プローブカードの位置を算出し、この算出結果に基づき前記Xステージ、Yステージ、回転機構制御する制御部とを有する検査装置を使用して、前記半導体装置と検査用基板との間の電気的接触を得て前記半導体装置を検査する方法において、前記ウエハステージに被検査体を載置する工程と、前記プローブカードホルダ

にプローブカードを載置する工程と、前記カメラで被検査体とプローブカードの針の画像を撮像し両者の位置を算出した後にプローブ針の位置に被検査体の電極の位置があうように前記Xステージ、Yステージ及び θ ステージを移動させる工程と、プローブ針と被検査体が接触する位置まで前記昇降装置が上昇した後にこの接触位置から所定量前記昇降装置が上昇する工程と、この状態で通電し被検査体の検査を行う工程と、検査終了後に前記被検査体の画像撮像カメラの焦点位置まで前記昇降装置が下降する工程と、前記下降位置から次の被検査体の位置まで前記Xステージ及び前記Yステージが移動する工程を有し、全ての被検査体の検査が終了するまで前記昇降装置が下降する工程までを繰り返す工程を有することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について添付の図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る半導体デバイス検査装置を示す斜視図、図2はXYZ θ ステージを抽出して示す斜視図、図3はXY機構部分を抽出して示す斜視図、図4はXYZ機構部分を抽出して示す側面図である。なお、本実施形態においては、XYZは3次元直交座標系である。

【0016】

図1及び図2に示すように、本発明の実施形態の半導体デバイス検査装置は、フロア上に設置される除振台7上にベース基台6が設置されており、このベース基台6上に、X方向（水平の一方向）に移動することができるXステージ5が設置されている。また、このXステージ5上に、Y方向（水平でX方向に垂直の方向）に移動することができるYステージが設置されている。そして、このYステージ4上に、昇降装置3が支持されており、この昇降装置3上にウエハステージ1が回転可能に設置されている。このウエハステージ1は回転装置2により回転駆動される。このウエハステージ1には、ウエハステージ上の半導体装置を加熱するヒータ21が組み込まれており、更に、このヒータ21の熱が昇降装置3に伝搬しないように水冷等の冷却ジャケット22が設けられている。

【0017】

また、橋脚部 1 1 がベース基台 6 上にウエハステージ 1 を跨ぐように設置されており、この橋脚部 1 1 上に、プローブカード 8 を載置するプローブカードホルダ 9 と被検査体である半導体デバイスの画像撮像を行うためのウエハカメラ 1 0 が搭載されている。プローブ針の画像撮像を行うプローブカメラ 1 2 は、Y ステージ 4 に設置されている。以上が検査装置の全体構成である。

【 0 0 1 8 】

次に、この検査装置の各構成部材について説明する。図 3 は X ステージ 5 及び Y ステージ 4 の部分の詳細を示す。X 方向の位置を読み取り、フィードバック制御するための高分解能のリニアスケール 1 4 が、X ステージ 5 の移動方向、即ち X 方向に平行に配置されており、このリニアスケール 1 4 の読み取りヘッドは御影石製のベース基台 6 に直接取り付けられている。1 対のモータ 1 5 及びガイドもステージ前後中央に対し均等に配置されている。ステージの前後中央はすなわちプロービングの中央となっていて、プロービングの直下にスケールと読み取りヘッドを配置し、駆動源となるモータを均等に配置することで、各構成部材の熱膨張の影響を抑え、ピッチング、ヨーイングといったモーメント負荷に対するステージの変形を極力抑える構造になっている。更に、ベース基台からカメラ、プローブカードホルダまでの熱膨張係数を同一にすることで、温度変化に対する安定性が高まっている。また、ステージの動作精度を確保する上で重要なガイドには、大型の高精度クロスローラタイプのガイドを使用し、これをベース基台に直接取り付けられている。高精度の要求に対し、摺動抵抗が小さく、直線性を出しやすいことから、しばしばエアスライドと呼ばれる空気軸受の方式が選択されるが、本実施形態では、8 インチウエハに対応した偏心荷重がかかるため、機械剛性を高めなければならないという要求と、それに見合うエアスライドでは極めて大きくなること、さらに高価になることから、クロスローラタイプの直動案内を選択している。ベース基台を $1\ \mu\text{m}$ 程度に平面度を仕上げ、この仕上げ面に直接取り付けすることで、振動、偏心荷重等に対して強くなっている。さらに、ベース基台からステージ上面までの高さを 8 0 mm 程度で抑えることが可能となり、この点でも熱変形、ピッチング、ヨーイング等に対して有利となっている。これらの施策の結果、本実施形態の X Y ステージでは $0.01\ \mu\text{m}$ レベルでの位置決めが十

分に可能になっている。更に、エアスライドと異なり、ガイド部に適度な粘弾性があるため、リニアスケール分解能以下の nm オーダでの静止も可能である。Y ステージ 4 についても X ステージ同様にプロービングの中心直下にリニアスケールを配置し、リニアモータ、ガイドを均等に配置している。

【0019】

次に、図 2 及び図 4 を参照して、昇降装置について説明する。ウエハステージ 1 の昇降装置 3 には、加圧シリンダ 17 と荷重検出手段としての荷重センサ 18 が取り付けられている。加圧シリンダ 17 のエアー加圧部には、予めウエハステージ 1 の重量と、ウエハステージ 1 上のウエハにプローブが接触する際に必要な最高荷重と、昇降装置 3 のガイド部の摺動抵抗等の抵抗力との合計値に抗する荷重に相当するエアーが供給されている。荷重センサ 18 は、接触に必要な最高荷重と予圧の合計値分の荷重を受けている。昇降装置が上昇し、プローブ針と被検査体の電極が接触するとき、この荷重変化量をステージの受けた荷重として計測することができる。また、予圧と接触に必要な最高荷重の合計値を超えた場合、ウエハステージ 1 が荷重センサ 18 から完全に切り離されるため、プローブと被検査体保護のストッパ機能も有している。駆動方式は、ステッピングモータを用いているが、ステージと直結する部分にリニアスケールを取り付けて位置のフィードバックを行うため、高い位置精度を得ることができる。また、ウエハステージ 1 が 8 インチウエハの載置が可能なものであるため、ステージ剛性の確保のために、クロスローラガイド 19 を両側に備えている。これにより、ステージの端の IC チップを検査するときも、傾きが発生しないようになっている。

【0020】

具体的には、前記昇降装置は、ステッピングモータにより上下駆動される固定架台と、可動架台とを有し、クロスローラガイド 19 により、可動架台を固定架台に対して上下動可能に案内するようになっている。そして、シリンダが前記固定架台に固定され、そのピストンロッドが前記可動架台を上方に押圧する。また、前記可動架台が上昇するときに可動架台に固定された接触バーが荷重センサに当接することにより、前記接触バーが前記荷重センサを押圧するときの荷重が荷重センサにより検出される。制御部は、この荷重センサにより検出された荷重を

基に前記シリンダによる押圧力を制御する。また、前記荷重センサは前記接触バーが接触したときにその上方への移動は拘束するが、前記接触バーの下方への移動は拘束しない。例えば、荷重センサはロードセルで、その荷重検出方向を下方にして設置されており、上方への押圧力を印加された可動架台の接触バーがこのロードセルに当接することにより、その押圧力がロードセルにより検出され、可動架台が下降した場合には、接触バーが荷重センサから離れ、接触バー、ひいては可動架台の下方への移動は拘束しない。これにより、ウエハステージ 1 及び可動架台を含めて前記シリンダにより支持される部分の重量が例えば 52 N の場合、シリンダによる推力（ピストンロッドがウエハステージ 1 及び可動架台等を上方に押圧する押圧力）を例えば 52.5 N と調節すれば、可動架台には 0.5 N の上向きの力が作用し、接触バーがこの 0.5 N の力で荷重センサに当接する。この状態で可動架台及びウエハステージ 1 が固定架台に対して停止し、安定する。仮に、固定架台がステッピングモータにより上昇し、プローブカードがウエハステージ 1 上のウエハに接触して、プローブカードからウエハに 0.5 N を超える力が作用しようとした場合は、接触バーは荷重センサから離れ、可動架台が上昇する固定架台に対して相対的に下方に逃げるので、可動架台、ひいてはウエハテーブル 1 は停止し、ウエハに 0.5 N を超える力が作用することはない。

【0021】

ベース基台 6 と、ウエハカメラ 10 及びプローブカードホルダ 9 が設置される橋脚部 11 は、天然石、例えば御影石により成形されている。このような天然石は、低熱膨張であると共に、振動を減衰する高振動減衰材であり、これにより、ベース基台 6 上に設置される X ステージ等と、橋脚部 11 上に設置されるウエハカメラ 10 及びプローブカードホルダ 9 の寸法安定性と制振性を得ている。更に、除振台 7 をベース基台 6 と床面との間に配置することにより、機構部分を地面と切り離し、外部環境からの振動の影響を排除している。

【0022】

プローブカードホルダ 9 を載置する台に微小送りが可能である XYZ ステージに搭載されたカメラ 20 を取り付け、プローブカード（例えば、ポリイミドシート上にフォトリソグラフィーによりプローブ針に相当する部分を形成したフィン

ガーリードタイプのプローブカード、ガラスセラミックスを基材とし電鍍によりプローブ針を形成したフィンガーリードタイプのプローブカード)の中央部分に設けた貫通孔あるいはガラスを介して被検査体の電極とプローブの接触状態を観察することができる。このカメラ設置とプローブに設けた貫通孔により、可視化による確実な接触状態の把握が可能になる。特に $30\mu\text{m}$ 以下の極めて微細な電極ピッチの場合、プローブと電極の位置関係を電氣的に確認する手法とあわせて使用することにより、新規開発プローブの装着時やプローブカード取替え時の確認作業を大幅に短縮することができる。

【0023】

ウエハステージ1は、ウエハ載置面の裏面にエアー供給できる部分が3箇所に分けられており、各々にエアー供給用のバルブが設けられている。このバルブを開閉することにより、被検査体の大きさを $5\sim 20\text{mm}$ のチップサイズから8インチウエハまで任意に変更することができる。また、ウエハステージ1の被検査体載置面は、多孔質のプレートを用いているため、被検査体の厚さが薄くなった場合も、被検査体の割れが発生することなく、確実に固定することができる。

【0024】

次に、図1に示す本発明の実施形態の検査装置を用いた場合の半導体デバイスの検査方法について、装置動作フローと併せて図5を参照して説明する。

【0025】

まず、プローブカードをプローブカードホルダに載置し、ウエハステージに対するプローブカードの平行度調整を実施する。調整方法は、例えば、XYステージに装着したレーザ変位計によりプローブ全ピンの高さ測定を行い、平面を算出する。この結果に基づき、プローブカードの高さ補正を行う。または、プローブ針認識用カメラの画像から傾きを算出し、補正を行う方法もある。補正方法は、プローブカードホルダに設けた上下方向に動作する3箇所のマイクロメータと θ 方向に動作するマイクロメータを用いて行う。

【0026】

平行度調整完了後、プローブ針の認識を行う。認識点は、画像認識の精度を考慮し、各辺の左右端各1点でICチップにつき8点又は各辺1点でICチップに

つき4点以上としたほうが好ましい。

【0027】

被検査体である半導体デバイスをウエハステージに載置し、ウエハカメラで被検査体の任意のICチップ外部電極画像を撮像する。認識点については、プローブ針と同様である。

【0028】

近年、ベアチップを直接配線基板へ接続するフリップチップ実装用のバンプ（金属の突起物）を電極部分に形成した半導体デバイスが、急速なLSI実装の高密度化に対応するため、急速に増加している。このような半導体デバイスの検査を行う場合、バンプへのプロービングが必須になる。この状況を鑑みて本装置では、被検査体の位置認識方法としてICチップ電極を認識した後にバンプを認識するという2段階の認識を行い、精度向上を図ることが可能になっている。

【0029】

最初に半導体デバイスの電極を認識し、さらにバンプの位置を認識する。全ポイントの認識終了後に θ 方向の位置合わせのためウエハステージを回転させる。この後、再度被検査体のバンプ位置を認識し、XY方向の位置合わせのためウエハステージの補正を行う。

【0030】

このとき、プローブカード針及び被検査体のバンプの位置を各々のカメラの中心位置に規定の精度で位置決めされるまでXステージ、Yステージを移動させ、位置決め完了時のリニアスケールの値より位置を算出することにより、カメラ及びレンズの歪みによる誤差の影響を受けずに、高精度に位置検出を行うことができる。プローブ針と被検査体の電極の位置合わせが終了した後、ウエハステージがプローブ針の下に移動、昇降装置が上昇し、プローブ針と被検査体電極が接触し、OS（Open Sort）、DC（Direct Current）、FT（Function Test）といった電氣的検査を実施する。検査終了後、昇降装置が下降し、次の検査チップへ移動し、上記の被検査体の位置認識工程から同様のフローにより検査を行い、1ウエハの全チップの検査が終了した後、被検査体の半導体デバイスを取り外し全工程が完了する。

【0031】

この一連の検査方法において、プロービング工程は、プローブ針の基礎特性計測によるデータ採取を行い、これに基づいたプロービングプロファイルを実施する。

【0032】

次に、このプローブの基礎特性計測方法について図6を用いて詳細に説明する。被検査体とプローブ針の位置合わせ完了後、昇降装置を上昇させ、プローブと被検査体電極の接触点を検出する。この接触点検出工程の荷重検出設定と動作方法について説明する。接触検出方法は、荷重検出手段による検出方法を採用している。

【0033】

昇降装置には昇降装置ガイドが存在するため、摺動抵抗（静止摩擦力と動摩擦力）が発生するため、加減速に伴い、検出荷重が変化する。そこで、これを加味した接触検出の設定が必要である。この設定を行うに際して昇降装置上昇時の変位と荷重の関係を調査し、再現性を確認することにより、静止摩擦力から動摩擦力に切り替わり荷重検出手段に殆ど影響なくステージ上昇が始まる変位量（ポイント）と荷重値を明確化した。例えば、 $100\text{ }\mu\text{m}$ の上昇量で $0\sim 50\text{ }\mu\text{m/秒}$ の速度範囲では、昇降装置の上昇量が $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上の領域で荷重値がほぼ一定になり、その時の荷重値は平均値 $+3\sigma$ で 10 g であるという実験結果を得ている。この結果を基に最初のプロービング時は、接触検出荷重を 12 g とし、プローブ先端から $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上離れた点から荷重検出手段をリセットするという条件により確実な接触検出を実現できる。

【0034】

次に、接触点を定義するために昇降装置を所定量毎（例えば $1\text{ }\mu\text{m}$ ステップ）に下降させてオープンショート検査を行い、オープンになったポイントを接触開始点と定義する。この点から徐々に昇降装置を上昇させてプローブ針に対するOD量と接触抵抗値、OD量と接触荷重の特性を計測する。このデータを採取するにあたり、接触抵抗値が安定し、かつ接触荷重がプローブ針の塑性変形開始点の $1/2$ 以下になる適正条件を見出す。適正条件は、昇降装置のプロファイル（ス

ピード、加速度等)と接触方法(コンタクト回数、コンタクト後のXYステージのスクラブ動作等)をパラメータとして決定する。接触が安定するプロファイルが決定したら、装置に登録する。

【0035】

接触開始点を明確に定義することができ、プロービングプロファイルの変更、登録を任意に実施することができ、プロファイル登録可能であるため、新規プローブの特性把握、プローブ取替え時のプロセスチェック等のプロセス開発期間、段取り替え時間の大幅な短縮が可能である。

【0036】

次に、本発明の他の実施形態について説明する。高温状態での通電検査が必要な被検査体の場合、先の実施形態の、ウエハステージ1内部の多孔質プレート直下に薄型のヒータ21を組み込むことにより、100℃程度までであれば可能である。また、ヒータの温度制御によって任意の温度でのスクリーニング検査が可能になる。更に、ペルチェ素子をウエハステージ1内部の多孔質プレート直下に組み込み、これを制御することにより、低温領域から高温までの検査も可能になる。

【0037】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、バランス重視のXYステージ構造と振動の影響を除去できる構造と画像処理カメラの固定配置、画像撮像ポイントの適正化により、(1)30 μ m以下の極めて微細なピッチの電極を有する被検査体の検査を実現することができる。さらに、昇降機後部に加圧シリンダを利用した構造と荷重検出手段を配置する構造により、従来困難であったプローブ針と被検査体の接触点検出が可能になり、(2)全ての検査領域において適正なオーバードライブを確保でき、安定した接触と検査が実現できる。ウエハステージにプローブカードからの接触最高荷重以上の負荷が生じた場合、ウエハステージの上昇が停止できるため、(3)プローブ針と半導体デバイス両方の損傷を防止できることと、プローブカードへのストッパ機構付加が不要になる。また、プローブ針の正確な基礎特性計測とウエハ検査の両立が可能になり、(4)プロービングプ

ロセスの開発期間を大幅に短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る検査装置の全体を示す斜視図である。

【図 2】

本発明の実施形態に係る検査装置の X Y Z θ 機構部分を示す斜視図である。

【図 3】

本発明の実施形態に係る検査装置の X ステージ及び Y ステージの部分を示す斜視図である。

【図 4】

本発明の実施形態に係る検査装置の X Y Z θ 機構部分を示す正面図である。

【図 5】

本発明の実施形態に係る検査装置を使用した検査方法を示すフローチャート図である。

【図 6】

本発明の実施形態に係る検査装置を使用した基礎特性の計測方法を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

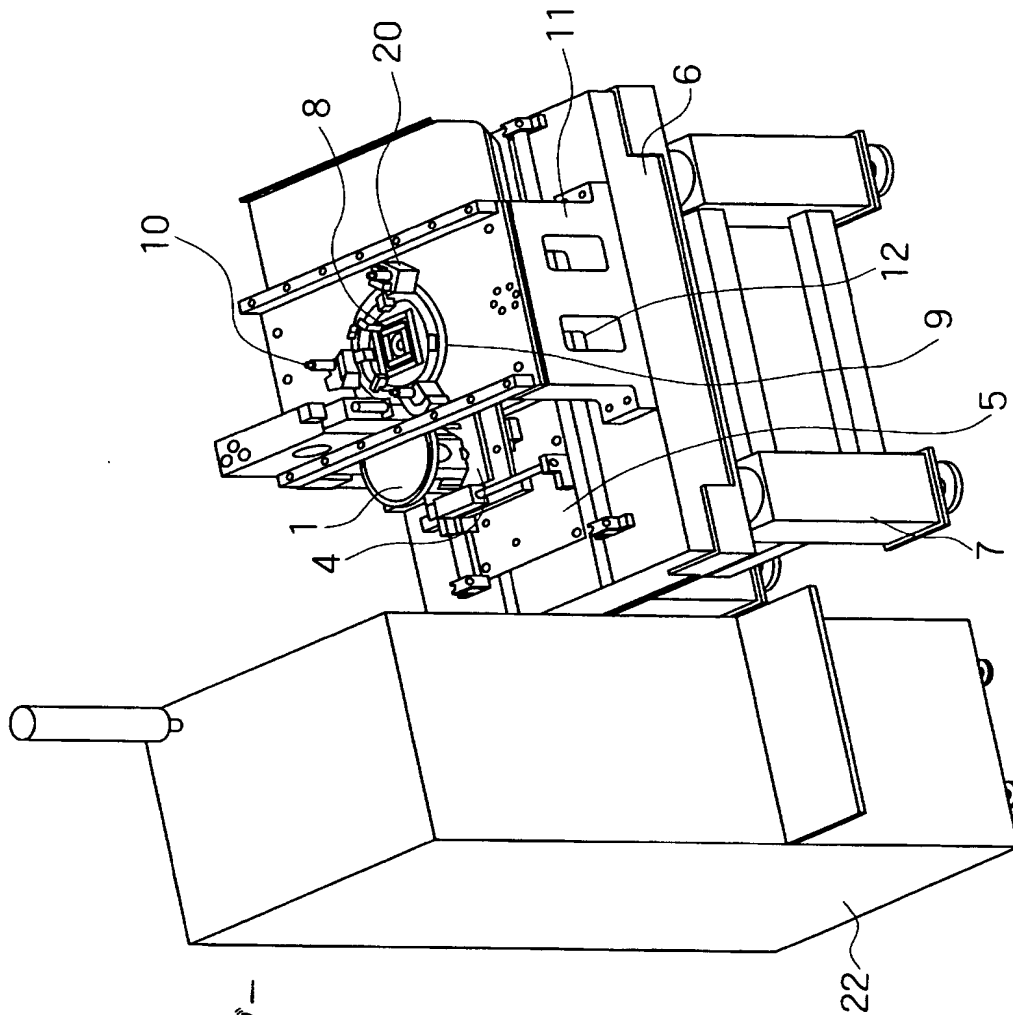
- 1：ウエハステージ
- 2：回転装置
- 3：昇降装置
- 4：Y ステージ
- 5：X ステージ
- 6：ベース基台
- 7：除振台
- 8：プローブカード
- 9：プローブカードホルダ
- 10：ウエハカメラ
- 11：橋脚部

- 1 2 : プロブカメラ
- 1 3 : センサ
- 1 4 : リニアスケール
- 1 5 : X 軸モータ
- 1 6 : Y 軸モータ
- 1 7 : 加圧シリンダ
- 1 8 : 荷重検出手段
- 1 9 : クロスローラガイド
- 2 0 : プロビング状態観察カメラ
- 2 1 : ヒータ
- 2 2 : 冷却ジャケット

【書類名】

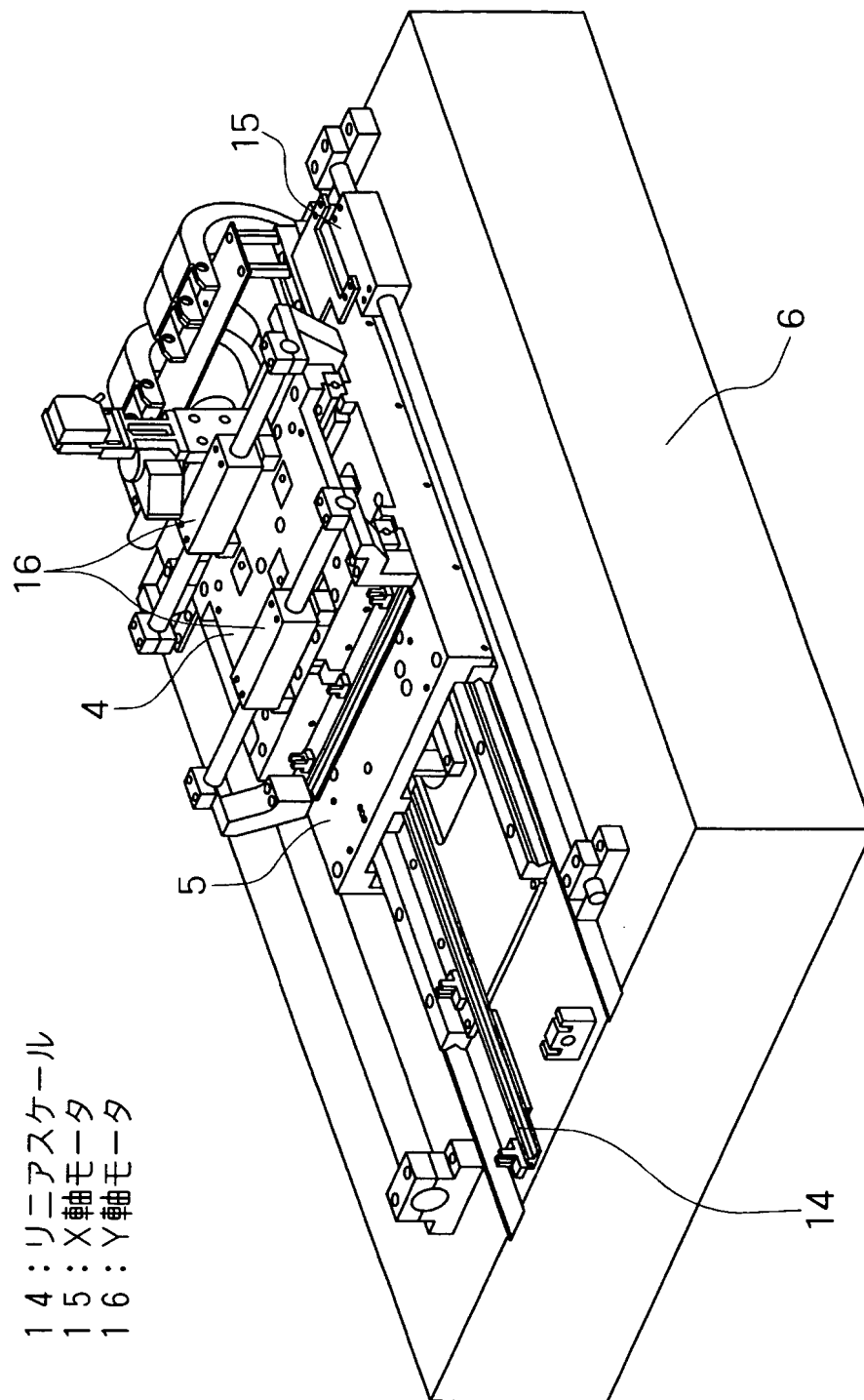
図面

【図 1】

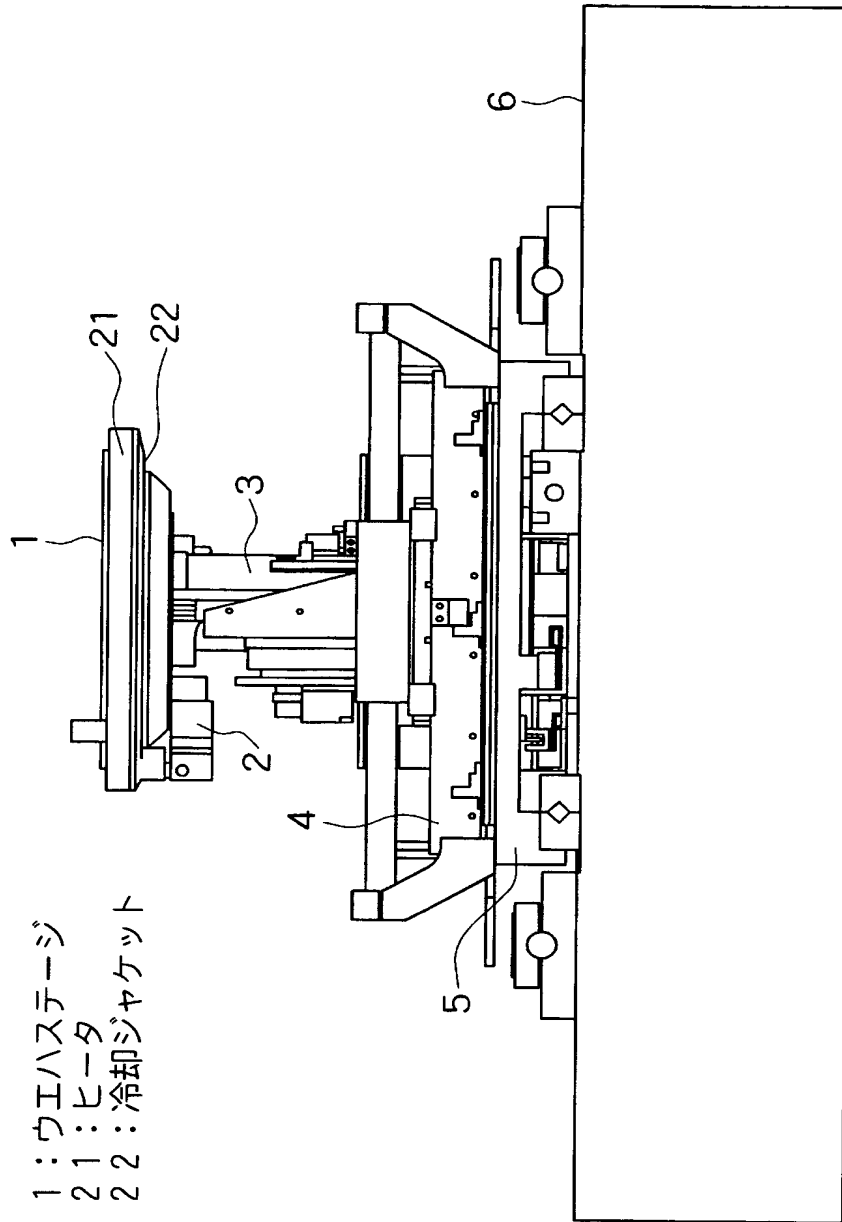


- 1: ウエハステージ
- 4: Yステージ
- 5: Xステージ
- 6: ベース基台
- 7: 除振台
- 8: プローブカード
- 9: プローブカードホルダー
- 10: ウエハカメラ
- 11: 橋脚部
- 12: プローブカメラ

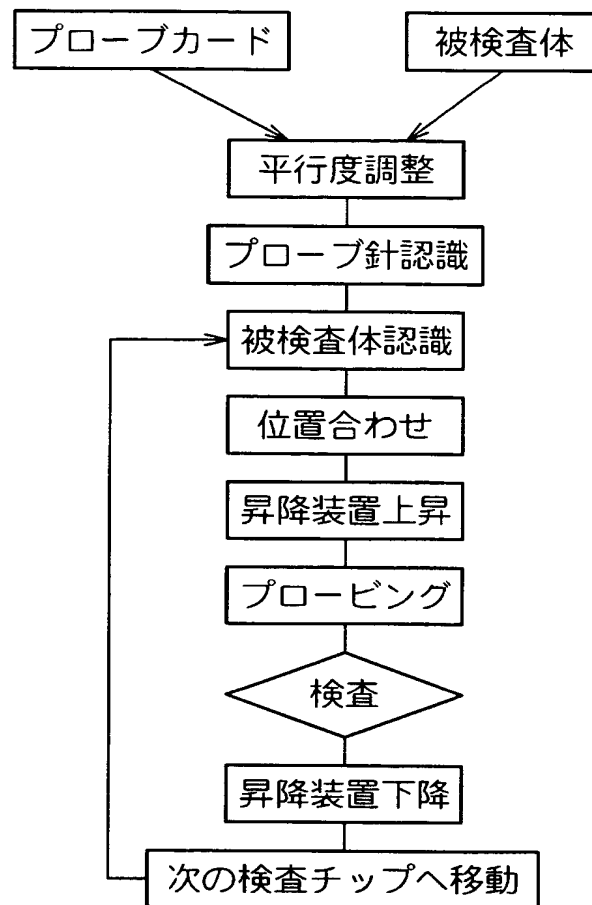
【図 3】



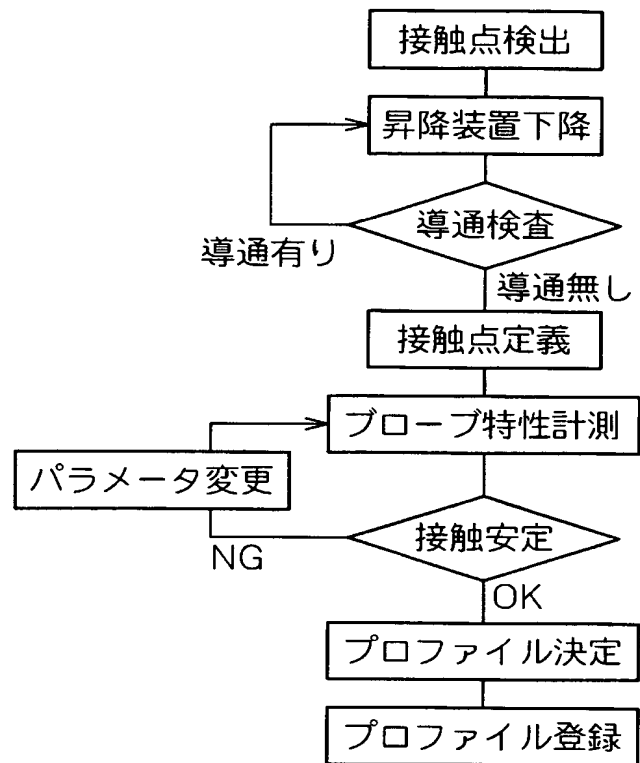
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 狭ピッチ化した半導体装置の検査に適した半導体デバイス検査装置とその装置を用いた検査方法を提供する。

【解決手段】 ウエハステージ 1 と、ベース基台 6 と、X ステージ 5 と、Y ステージ 4 と、この Y ステージ上に設置されウエハステージ 1 を昇降させる昇降装置 3 と、ウエハステージ 1 を回転させる回転装置 2 と、ベース基台 6 の振動を低減する除振台 7 と、ウエハステージ 1 が上昇したときに前記半導体装置の複数の電極と電気的に接触する複数の接触子を有するプローブカード 8 と、このプローブカードを設置するプローブカードホルダ 9 とを有する。プローブカード 8 のプローブ針の高さがレーザ変位計により検出され、カメラによりウエハとプローブカード 8 の針の画像を撮像され、この画像情報に基づきウエハとプローブカードの位置を算出し、X ステージ、Y ステージ及び回転装置を制御する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 1 5 0 8 4
受付番号	5 0 2 0 1 6 3 4 8 6 8
書類名	特許願
担当官	宇留間 久雄 7 2 7 7
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 3 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年10月29日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 5 0 8 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社